32/4446(98.30)
2 ex

De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland

Deel 30 Bosreservaat Mattemburgh

P. Mekkink

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen

Rapport 98.30

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1998

959950

REFERAAT

Mekkink, P., 1998. *De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 30, bosreservaten Mattemburgh.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 98.30. 48 blz.; 5 fig.; 4 tab.; 2 aanh.; 2 kaarten.

In bosreservaat Mattemburgh komen geologische afzettingen voor die behoren tot de Brabantse leem en de dekzanden uit de Formatie van Twente en de stuifzanden, behorende tot de Formatie van Kootwijk. De verbreiding van de verschillende geologische formaties is weergegeven op de geologische kaart. Er komen veldpodzolgronden, duinvaaggronden en vlakvaaggronden voor. De grondwatertrappen zijn IIa, Vbd, VIo, VId, VIId en VIIId. De verbreiding van de bodemeenheden en grondwatertrappen is weergegeven op de bodem- en grondwatertrappenkaart. De aard en samenstelling van de humusprofielen zijn mede afhankelijk van het begroeiingstype en het gevoerde beheer. De humusprofielen bestaan uit een ectorganisch deel en een endorganisch deel. De profielopbouw en de opbouw van de strooisellaag zijn beschreven en op tape vastgelegd.

Trefwoorden: bodemkunde, geologie, grondwaterfluctuatie, humusprofiel, zandgrond

ISSN 0927-4499

©1998 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

Project 0769 Rap98.30.IS/09-98

Inhoud

		blz.
Woord vooraf		7
Samenvatting		9
1	Inleiding	11
2	Fysiografie	13
	2.1 Ligging en oppervlakte	13
	2.2 Bodemvorming	13
	2.3 Waterhuishouding	15
3	Methode	17
	3.1 Bodemgeografisch onderzoek	17
	3.2 Beschrijving van het humusprofiel	18
	3.3 Indeling van de gronden	19
	3.4 Indeling van het grondwaterstandsverloop	20
	3.5 Opzet van de legenda	20
	3.6 Opslag van bodemkundige gegevens in digitale boorbestanden	21
4	Resultaten	23
	4.1 Geologische opbouw	23
	4.2 Bodemgesteldheid	24
	4.2.1 Het humusprofiel	25
	4.2.2 Zandgronden	25
	4.2.2.1 Humuspodzolgronden [H]	25
	4.2.2.2 Vaaggronden; stuifzandgronden [Z]	27
	4.2.3 Moerige gronden; moerpodzolgronden [vWp]	29
	4.3 Toevoegingen	29
5	Conclusies	31
Literatuur		33

Aanhangsels

1 Woordenlijst 35
2 Rapporten over de bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland 47

Kaarten, schaal 1 : 5000

1 Geologische kaart
2 Bodem- en grondwatertrappenkaart

Bibliotheek
Duivendaalseweg 3a
6703 PB Wageningen

Woord vooraf

In het kader van het onderzoeksprogramma 'Bosreservaten' heeft DLO-Staring Centrum te Wageningen de bodemgesteldheid van het bosreservaat Mattemburgh in de gemeente Woensdrecht in kaart gebracht. Het bodemgeografisch onderzoek hiervoor is in de periode december 1997 tot februari 1998 uitgevoerd.

Het project werd uitgevoerd door P. Mekkink, die eveneens de projectleiding had. De organisatorische leiding van het project was in handen van het hoofd van de sectie Bodem, Bos, Natuur van DLO-Staring Centrum, drs. R.H. Kemmers.

In de serie 'Bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland' zijn tot nu toe 33 rapporten verschenen (zie aanhangsel 2). De eerste is uitgegeven door de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA), de volgende drie in samenwerking met het Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.1 is de eerste in de serie die uitgegeven is door DLO-Staring Centrum in samenwerking met het Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 98.6 is het eerste rapport in de serie die is uitgegeven door DLO-Staring Centrum in onderlinge samenwerking met het Ingenieursbureau Eelerwoude. Rapport 98.9 en de daarop volgende rapporten in de reeks zijn uitgegeven door DLO-Staring Centrum.

Samenvatting

In het bosreservaat Mattemburgh in de gemeente Woensdrecht is in december 1997 tot februari 1998 een bodemgeografisch onderzoek uitgevoerd. Het doel van het onderzoek is het in kaart brengen van de geologische opbouw en de bodemgesteldheid. De onderzoeksgegevens zijn enerzijds in digitale vorm, anderzijds in een rapport en op kaarten, schaal 1 : 5000, aangeleverd. Het bosreservaat Mattemburgh heeft een oppervlakte van 105,7 ha en ligt ten zuiden van Bergen op Zoom in de provincie Noord-Brabant. Het gebied is eigendom van Het Brabants Landschap. Grove den en zomereik zijn de belangrijkste boomsoorten in het reservaat, met in de struiklaag o.a. ruwe berk. In de kruidlaag komen voor brede en smalle stekelvaren, blauwe bosbes, pijpestrootje, bochtige smele en adelaarsvaren.

Het bodemgeografisch onderzoek omvat het vaststellen van dikte en opbouw van de strooisellaag; de opbouw van de bodem tot 2,00 m - mv.; de aard, samenstelling en eigenschappen van de bodemhorizonten en het vaststellen van het grondwaterstandsverloop. Bij het onderzoek zijn in de Mattemburgh van 48 steekproefpunten profielbeschrijvingen gemaakt.

In het gebied komen afzettingen van pleistocene en holocene ouderdom voor. De afzettingen behoren tot de Formatie van Tegelen, de Formatie van Twente en de Formatie van Kootwijk. In figuur 2 en op de geologische kaart (kaart 1) zijn de verschillende geologische formaties aangegeven.

De bodem bestaat uit zandgronden. Hierin komen haarpodzolgronden, veldpodzolgronden, duin- en vlakvaaggronden voor. Rondom het bloempjesven komen moerpodzolgronden voor. Het humusprofiel bestaat in de duin- en vlakvaaggronden vrijwel geheel uit een ectorganische horizont. Bij de haarpodzolgronden en de veldpodzolgronden komt naast de ectorganische horizont een endorganische horizont voor. De gemiddelde dikte van de ectorganische horizonten bedraagt 10 cm. In het reservaat komen de grondwatertrappen IIa, Vbd, VId, VIId en VIIId voor. Op de bodem- en grondwatertrappenkaart (kaart 2) zijn de verbreiding van de bodemeenheden en de grondwatertrappen weergegeven.

1 Inleiding

Het doel van het bodemgeografisch onderzoek in het bosreservaat Mattemburgh in de gemeente Woensdrecht is:
1. Het in kaart (schaal 1 : 5000) brengen van de bodemgesteldheid.
2. Het beschrijven van humusprofielkenmerken en bodemprofielkenmerken.

Het bestuderen en vastleggen van de huidige bodemgeografische situatie maakt deel uit van het startprogramma in het bosreservatenonderzoek (Broekmeyer en Hilgen, 1991; Broekmeyer, 1995) en vormt een basis om het toekomstig verloop van bodemvormende processen in het basisprogramma te volgen.

Om de uitgangssituatie in het bosreservaat vast te stellen is het van belang inzicht te hebben in het ontstaan van bodem en landschap alsmede gegevens beschikbaar te hebben over de aard van de geologische afzettingen, de bodemgesteldheid (bodemprofiel), inclusief de grondwaterhuishouding, de dikte en opbouw van de strooisellaag (humusprofiel) en de bewerkingsdiepte.

Bij het veldbodemkundig onderzoek zijn hiervoor gegevens verzameld. Hiertoe worden bij de steekproefpunten de profielopbouw van de gronden tot 2,00 m - mv. vastgesteld, het grondwaterstandsverloop geschat en van iedere horizont de dikte, de aard van het materiaal, de textuur en het humusgehalte gemeten of geschat. Bovendien worden van het humusprofiel de dikte en mate van decompositie van de verschillende strooisellagen vastgesteld. Verschillen en overeenkomsten in de bodemgesteldheid gaan vaak samen met visueel waarneembare verschillen en overeenkomsten in het landschap, omdat beide onder invloed van dezelfde omstandigheden zijn ontstaan. Daardoor is het mogelijk de verbreiding van de verschillen en overeenkomsten in vlakken op een kaart vast te leggen.

Methoden en resultaten van dit onderzoek zijn beschreven en weergegeven in het rapport en de conclusies zijn weergegeven op de geologische kaart (kaart 1) en de bodem- en grondwatertrappenkaart (kaart 2). Rapport en kaarten vormen één geheel en vullen elkaar aan. Het is daarom van belang rapport en kaarten gezamenlijk te raadplegen.

Het rapport heeft de volgende opzet: Hoofdstuk 2 geeft informatie over de ligging en oppervlakte van het onderzochte gebied, de bodemvorming en de waterhuishouding. Hoofdstuk 3 beschrijft de methode van het bodemgeografisch onderzoek, het humusprofielonderzoek, de indeling van de gronden en het grondwaterstandsverloop. Tenslotte worden de opzet van de legenda en de verwerking van de profielbeschrijvingen toegelicht. Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van het onderzoek en beschrijft de geologische opbouw van het bosreservaat, de bodemgesteldheid en het humusprofiel. In hoofdstuk 5 staan de conclusies van het onderzoek weergegeven op de geologische kaart, schaal 1 : 5000 (kaart 1) en de bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 5000 (kaart 2).

In aanhangsel 1 worden de termen en begrippen die in het rapport of op de kaarten zijn gebruikt nader verklaard of gedefinieerd. Aanhangsel 2 bevat een lijst van tot nu toe verschenen rapporten in de serie over bosreservaten in Nederland.

De digitale bestanden van het bosreservaat Mattemburgh, waarin de gegevens over de profielopbouw zijn opgeslagen, blijven in beheer bij DLO-Staring Centrum en bij IBN-DLO.

2 Fysiografie

2.1 Ligging en oppervlakte

Het bosreservaat Mattemburgh ligt ten zuiden van Bergen op Zoom in de provincie Noord-Brabant (fig. 1). Het is een dekzandgebied met landduinen. De oppervlakte van het bosreservaat bedraagt 105,7 ha. De topografie staat afgebeeld op blad 49G van de Topografische kaart van Nederland, schaal 1 : 25 000. Het bos is ontstaan in de vorige eeuw rond 1850 en maakt deel uit van een 600 ha groot landgoed. De huidige begroeiing bestaat hoofdzakelijk uit grove den, zeeden, zomereik en wat ruwe berk. Vanaf 1970 is het bos eigendom van het Brabants Landschap. Het bosreservaat is karakteristiek voor een droog Wintereiken-Beukenbos (Van der Werf, 1991) en wordt als floristisch karakteristiek aangemerkt.

2.2 Bodemvorming

De aan de oppervlakte voorkomende zandgronden in het bosreservaat Mattemburgh behoren tot pleistocene dekzanden en de holocene stuifzanden, die eolisch zijn afgezet. Dit moedermateriaal, ook wel uitgangsmateriaal genoemd, is het materiaal waaruit de bodem wordt gevormd. In dit moedermateriaal treden onder invloed van onder andere de factoren klimaat, water, flora, fauna en de mens, veranderingen op. Deze bodemvormende factoren brengen bodemvormende processen op gang die op hun beurt de bodemvorming in gang zetten. Sommige bodemvormende processen zijn fysisch, andere zijn chemisch van aard. Bodemvormende processen zijn omzettingsprocessen en verplaatsingsprocessen. Humusvorming, ontkalking en silicaatverwering zijn omzettingsprocessen. Podzolering, gleyvorming en homogenisatie zijn verplaatsingsprocessen. De eventuele bodemvorming of pedogenese is weer afhankelijk van de aard van het moedermateriaal en de tijdsduur waarover de bodemvormende factoren van invloed zijn (De Bakker en Schelling, 1989).

In het bosreservaat De Mattemburgh heeft in de dekzanden podzolering plaatsgevonden. In de jongere stuifzanden is een proces van podzolering op gang gekomen sinds de vastlegging van het stuifzand.

Een van de meest universele bodemvormende processen is de omzetting van organische stof tot humus (humificatie) en de ophoping hiervan op de bovengrond. Bij maagdelijke, arme gronden (meestal kalkloze zandgronden) is deze omzetting gering en ontstaat er een ophoping op de bovengrond in de vorm van een ectorganische humuslaag. De gevormde humus wordt gemengd met de minerale ondergrond (vorming van een endorganische horizont). In mineralogisch rijke gronden wordt de organische stof vrijwel geheel in humus omgezet en is de menging inniger. De menging is het werk van bodemdieren, vooral regenwormen. De bron van de organische stof is de vegetatie (en in mindere mate de fauna).

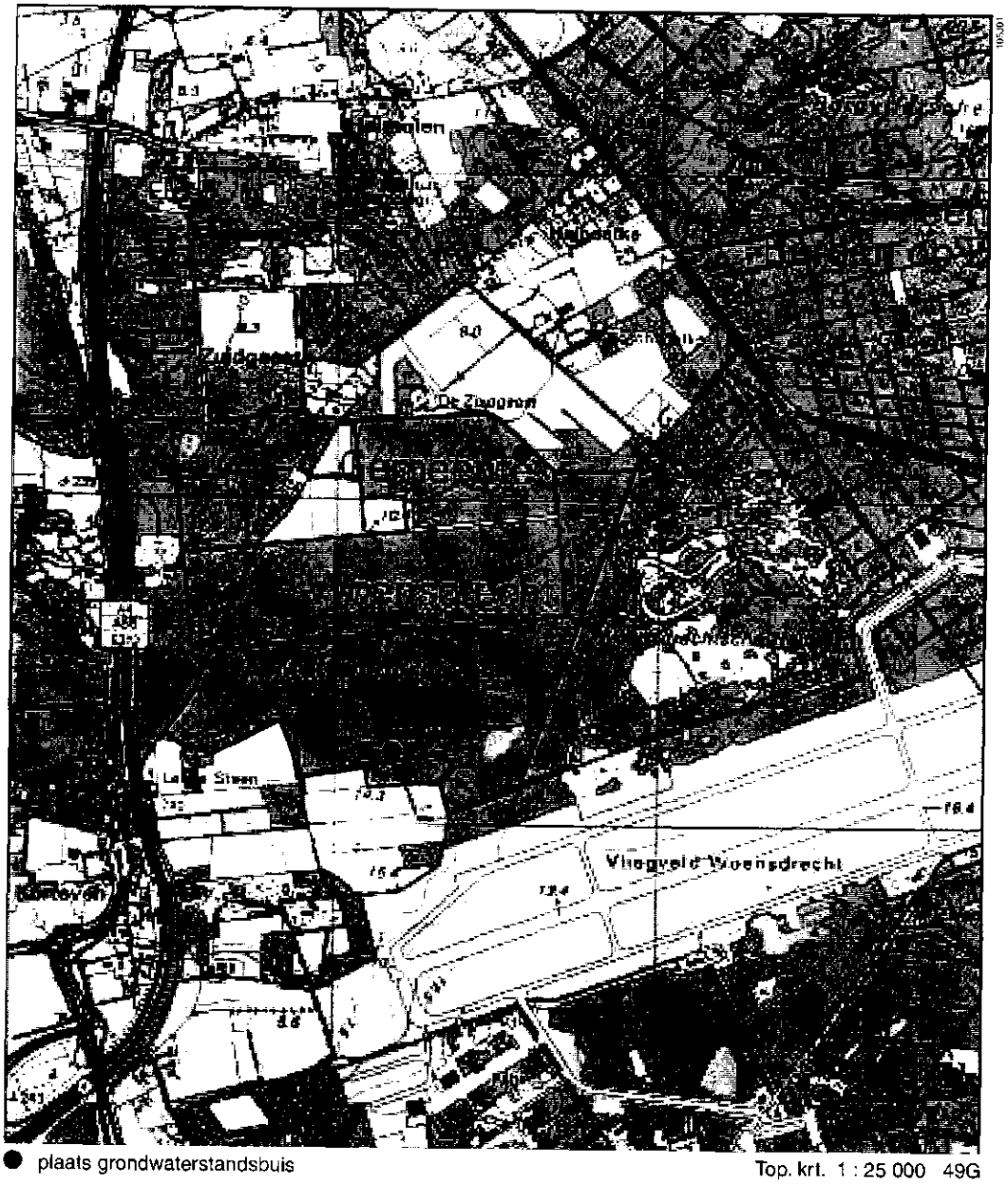


Fig. 1 Ligging van het bosreservaat Mattemburgh

Het proces van podzolering ontstaat doordat de humus in de bovengrond van arme, zure gronden gemakkelijk uiteenvalt (dispergeert), daarna als disperse humus uitspoelt en op enige diepte weer neerslaat op de zandkorrels.

Amorfe humus komt het meest voor bij zandgronden als gemakkelijk verweerbare mineralen ontbreken, door verwering verdwenen zijn of niet meer voldoende basen naleveren. De uitgespoelde humuszuren (fulvo- en huminezuren) hopen zich op, samen met Fe en/of Al. Dit proces van uitspoeling en inspoeling (precipitatie) van humus, Al en Fe wordt podzolering genoemd. Het is al een oude term, vermoedelijk een praktijkterm die door de Rus Dokuchaiev in de vorige eeuw voor deze zonale bodem is ingevoerd (Russ. pod = gelijkend op, en zola = as, naar de lichtgrijze kleur die de uitspoelingshorizont, de E-horizont, kan hebben). Het is een proces dat uiteraard alleen in een klimaat kan voorkomen waarin neerslag de verdamping overtreft.

2.3 Waterhuishouding

Het bosreservaat wordt beheerd door Het Brabants Landschap. Het gebied ligt tussen 10 m + NAP en 15 m + NAP. Het grondwater bevindt zich in de winterperiode in de laagste delen binnen 100 cm - mv. (GT IIIa, Vao, VIo). Om het verloop van de grondwaterstand te kunnen volgen bevinden zijn in het bosreservaat twee grondwaterstandsbuizen geplaatst (fig. 1).

3 Methode

3.1 Bodemgeografisch onderzoek

Het bodemgeografisch onderzoek van het bosreservaat Mattemburgh is uitgevoerd in december 1997 tot februari 1998.

Bodemgeografisch onderzoek betreft een veldbodemkundig onderzoek naar de variabelen die samen de bodemgesteldheid bepalen:
- profielopbouw (als resultaat van de geogenese en bodemvorming);
- dikte van de horizonten;
- textuur van de minerale horizonten (lutum- en leemgehalte en zandgrofheid);
- aard van de veensoort van moerige horizonten;
- organische-stofgehalte van de bovengrond of het stuifzanddek;
- bewortelbare diepte;
- grondwaterstandsverloop;
- het determineren van de grond volgens De Bakker en Schelling (1989);
- het ruimtelijk weergeven van de verbreiding van deze variabelen in bodemkundige eenheden op een kaart en de omschrijving ervan in de bijbehorende legenda.

Er zijn van de bodemhorizonten geen laboratoriumanalyses voorhanden.

Het bodemgeografisch onderzoek van het bosreservaat Mattemburgh is uitgevoerd met een door IBN-DLO bijgewerkte basiskaart, schaal 1 : 2500. Op deze kaart is een ruitennet van 50 m x 50 m aangebracht, dat aangeeft waar in het terrein de snijpunten liggen om de boringen te verrichten. Op 48 steekproefpunten zijn met een grondboor bodemprofielmonsters genomen tot een diepte van 2,00 m - mv. In het veld is elk monster veldbodemkundig onderzocht. Van elk bodemmonster zijn de hiervoor genoemde variabelen geschat of gemeten en is de profielopbouw gekarakteriseerd. Bij de 48 gekozen boorpunten zijn de resultaten van het onderzoek aan deze bodemprofielmonsters opgenomen met een veldcomputer en vastgelegd op de situatiekaart. De gegevens van de bemonsterde profielen en enkele niet beschreven tussenboringen buiten het ruitennet zijn gebruikt om een zo betrouwbaar mogelijke bodem- en grondwatertrappenkaart en te maken. De boringen in het ruitennet worden uitgevoerd op 0,5 m ten noorden van de markeringspunten in het veld. Bij een deel van de steekproefpunten met een zwart plastic paaltje zijn de boringen op 1 m ten noorden van de markeringspunten uitgevoerd.

Om de verbreiding van de gevonden bodemkundige verschillen in kaart te brengen, zijn de grenzen op de situatiekaart ingetekend. Hierbij is niet alleen uitgegaan van de profielkenmerken, maar ook van veldkenmerken en van landschappelijke en topografische kenmerken, zoals maaiveldsligging, reliëf, soort en/of kwaliteit van de vegetatie.

Om het grondwaterstandsverloop vast te stellen is in het veld geschat welke grondwatertrap aan een grond moest worden toegekend. Uit de profielopbouw en

vooral uit de kenmerken die met de waterhuishouding samenhangen (roest- en reductievlekken en blekingsverschijnselen) is uit de gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) de grondwatertrap (Gt) afgeleid.

In het bosreservaat Mattemburgh zijn twee grondwaterstandsbuizen geplaatst (fig.1).

De conclusies van het onderzoek naar de bodemgesteldheid (inclusief de hydrologische situatie) zijn samengevat op de geologische kaart (kaart 1) en de bodem- en grondwatertrappenkaart 1 : 5000 (kaart 2).

3.2 Beschrijving van het humusprofiel

Met het humusprofiel wordt dat deel van het bodemprofiel bedoeld dat uit dode organische stof bestaat. De op de bodem aanwezige strooisellaag wordt gevormd door afstervende plantenresten, takken en bladeren. In de loop van de tijd wordt deze 'litter' afgebroken als gevolg van activiteiten van de bodemflora en fauna, waarbij de chemische en fysische eigenschappen van de organische stof sterk veranderen. De snelheid en wijze van afbraak is van veel factoren afhankelijk. De condities waaronder afbraak plaatsvindt zijn van plaats tot plaats verschillend. Van grote invloed hierop zijn o.a. de zuurgraad, vochtvoorziening, de mineralogische rijkdom van het minerale moedermateriaal (geologische formatie), licht en temperatuur (Emmer, 1995).

Als gevolg van verschillen in afbraaksnelheid ontstaat er verticale differentiatie in (organische) horizonten. Deze afzonderlijke horizonten samen vormen het humusprofiel. Het humusprofiel kan worden onderverdeeld in een ectorganisch deel en een endorganisch deel. Het ectorganische deel, de O-laag, bestaat uit de strooisellaag, waarbij nog vrijwel geen menging heeft plaatsgevonden met de onderliggende minerale bodem. Het endorganische deel, de A-horizont, bestaat uit het minerale deel van de bodem, waarbij door intensieve menging een humeuze bovengrond is ontstaan.

Binnen het ectorganische deel kunnen een OL-, een OF-, een OH- en een OO-horizont worden onderscheiden. De OL (litter)-horizont bestaat uit relatief verse dode plantendelen. De OF (fermentatie)-horizont bestaat uit min of meer afgebroken litter, waarbij echter macroscopisch herkenbare resten van planteweefsels domineren. De OH-horizont bestaat uit fijn verdeelde organische stof, waarin ten hoogste nog macroscopisch herkenbare resten van wortels, hout en schors kunnen voorkomen. In niet-terristische milieus kan een OO (organic)-horizont voorkomen, bestaande uit organisch materiaal, geaccumuleerd als gevolg van een, door een zeer slechte drainage veroorzaakte, geremde afbraak. Binnen het endorganische deel onderscheiden we een Ah-horizont. Dit is een door sterke accumulatie van organische stof, donker gekleurde minerale horizont.

De dikte van het humusprofiel in het algemeen, en van de afzonderlijke horizonten in het ectorganische deel in het bijzonder, en het al of niet voorkomen van deze horizonten is van veel factoren afhankelijk. Hierbij spelen leeftijd van de bosopstand,

aard van het moedermateriaal, afbraaksnelheid, antropogene invloeden als grondbewerking, en beheer een grote rol.

In 1981 hebben Klinka et al. (1981) een systeem ontwikkeld om de verschillende humusvormen te classificeren, wat door Green et al. (1993) is aangepast. In dit systeem wordt globaal onderscheid gemaakt tussen morhumus, moderhumus en mullhumus. Het al dan niet voorkomen van de te onderscheiden horizonten, de dikte ervan en de aan- of afwezigheid van flora en fauna (schimmels, wormen, etc.) die de afbraak beïnvloeden, bevorderen of verzorgen, zorgen voor een verdere onderverdeling. Binnen het bosreservatenprogramma wordt getracht dit systeem op zijn toepasbaarheid te toetsen en dit eventueel aan te passen of aan te vullen. Wij volstaan daarom binnen het startprogramma bosreservaten ermee, het humusprofiel nauwkeurig te beschrijven. In aanhangsel 1 staat een uitgebreide beschrijving van de verschillende horizonten.

3.3 Indeling van de gronden

In het veld zijn de gronden per boorpunt gedetermineerd volgens het systeem van bodemclassificatie voor Nederland van De Bakker en Schelling (1989). Dit is een morfometrisch classificatiesysteem; het gebruikt de meetbare kenmerken van het profiel als indelingscriterium. Vervolgens zijn de gronden in karteerbare eenheden ingedeeld. Deze eenheden zijn in de legenda ondergebracht, omschreven en verklaard. Getracht is de verschillende soorten gronden zodanig te groeperen dat de legenda de indeling overzichtelijk weergeeft. Het doel van het onderzoek en de meer gedetailleerde kartering in het bosreservaat Mattemburgh hebben ertoe geleid dat op bepaalde punten van de landelijke indeling is afgeweken of de onderverdeling is verfijnd. Bij de zandgronden is de indeling naar textuur aangepast. Er komen vijf legenda-eenheden voor. Tussen [] staat de code voor een indelingscriterium.

Zandgronden zijn minerale gronden (zonder moerige bovengrond of moerige tussenlaag) waarvan het niet-moerige deel tussen 0 en 80 cm - mv. voor meer dan de helft van die dikte uit zand bestaat. Binnen de zandgronden in het bosreservaat Mattemburgh zijn naar de aard van de bodemvorming per vlak haarpodzolgronden (Hd), veldpodzolgronden (Hn), moerpodzolgronden (vWp), duinvaaggronden [Zd] en vlakvaaggronden (Zn) onderscheiden.

De zandgronden in het bosreservaat bestaan naar de textuur van de bovengrond uit zeer en matig fijn [4] zand. Verder zijn de stuifzanden leemarm [...1], zwak lemig [...3] en sterk lemig [...5] en de dekzanden leemarm en zwak lemig [...2]. In de ondergrond zijn de dekzanden sterk lemig en komt bij een deel van de gronden een klei- of leemlaag voor.

Moerige gronden zijn minerale gronden met een moerige bovengrond of een moerige tussenlaag. Er komen alleen moerpodzolgronden voor.

3.4 Indeling van het grondwaterstandsverloop

De grondwaterstand op een bepaalde plaats varieert in de loop van een jaar. Doorgaans zal het niveau in de winter hoger zijn (minder verdamping) dan in de zomer (meer verdamping). Bovendien verschillen grondwaterstanden ook van jaar tot jaar op hetzelfde tijdstip (Van Heesen en Westerveld, 1966). Het jaarlijks wisselend verloop van de grondwaterstand op een bepaalde plaats is te herleiden tot een geschematiseerde curve. Deze kan gekarakteriseerd worden door een gemiddeld hoogste (GHG), gecombineerd met een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Hieronder wordt verstaan het rekenkundig gemiddelde over zoveel mogelijk achtereenvolgende jaren (minimaal 8 jaar) van de hoogste/laagste drie grondwaterstanden per hydrologisch jaar (1 april - 31 maart) van buizen die op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand gemeten worden (Van Heesen, 1971). Tot voorjaar 1986 werden de drie hoogste grondwaterstanden van een heel jaar genomen voor de berekening van de GHG. Vanaf 1 april 1986 worden alleen de drie hoogste standen van het winterhalfjaar (oktober t/m maart) voor de berekening gebruikt. Dit geldt evenzo voor de drie laagste grondwaterstanden, waarvan de gegevens van het zomerhalfjaar (april t/m september) voor de berekening worden gebruikt (Van der Sluis en Van Heesen, 1989).

De waarden van de GHG en de GLG kunnen van plaats tot plaats vrij sterk variëren. Daarom is de klasse-indeling, die op basis van de GHG en de GLG is ontworpen, betrekkelijk ruim van opzet. Elk van deze klassen, de grondwatertrap (Gt), is door een GHG- en/of GLG-traject gedefinieerd (bijvoorbeeld GHG = 40-80 cm - mv. en GLG > 120 cm - mv. is Gt VI). Met de lettertoevoeging voor de code is aanvullende informatie gegeven over de GHG, achter de code is aanvullende informatie gegeven over de GLG.

Wanneer aan een kaartvlak een bepaalde grondwatertrap is toegekend, wil dat zeggen dat de GHG en GLG van de gronden binnen dat vlak, afgezien van afwijkingen ten gevolge van onzuiverheden door het ontbreken van de steekproefpunten, zullen liggen binnen de grenzen die voor die bepaalde grondwatertrap gesteld zijn. Daarmee wordt dus informatie gegeven over de grondwaterstanden die men er in de periode december-februari en juli-augustus in een gemiddeld jaar mag verwachten.

Om inzicht te krijgen in het grondwaterstandsverloop bevinden zich in het bosreservaat twee grondwaterstandspeilbuizen (fig. 1). Hierin worden grondwaterstandsmetingen uitgevoerd door de beheerder.

3.5 Opzet van de legenda

In de legenda's van de bodem- en grondwatertrappenkaart zijn de verschillen in bodemgesteldheid weergegeven in de vorm van legenda-eenheden, grondwatertrappen en toevoegingen.

Legenda-eenheden bestaan voor ten minste 70% van hun oppervlakte uit gronden met een groot aantal overeenkomende kenmerken en eigenschappen. Iedere

legenda-eenheid heeft een eigen code en is door een lijn begrensd: de bodemgrens. Toevoegingen worden aangegeven met een onderbroken lijn, voor zover deze niet samenvalt met een bodemgrens.

3.6 Opslag van bodemkundige gegevens in digitale boorbestanden

De veldbodemkundige gegevens worden ingevoerd met behulp van een veldcomputer (HUSKY). Deze data kunnen als boorbestand worden uitgedraaid of digitaal worden opgeslagen. De profielkenmerken zijn per bodemlaag of horizont uitgebreid beschreven en vastgelegd, omdat deze gegevens als basis gebruikt worden voor verder onderzoek. Tot de gegevens per laag of horizont behoren:

- horizontcode en -diepte;
- boven- en ondergrens van de beschreven laag naar duidelijkheid en vorm;
- kleur (facultatief);
- mengverhouding;
- organische-stofgehalte, de aard ervan en veensoort als de laag uit veen bestaat;
- textuur: het lutum- en leemgehalte en de zandgrofheid;
- aanwezigheid van grind;
- mate van verkitting;
- mate van vlekkerigheid;
- structuur;
- zichtbaarheid van poriën;
- dichtheid;
- aantal en verdeling van wortels;
- kalkklasse;
- rijpingsklasse;
- geologische formatie;
- opmerkingen als procentuele verdeling van de mengverhouding, kleur, enz.

De digitale informatie van het bosreservaat Mattemburgh blijft in beheer bij DLO-Staring Centrum. Daarnaast zijn de gegevens in een aantal ORACLE-deelbestanden overgedragen aan IBN-DLO te Wageningen. De toelichting op de codes in het digitale boorstatenbestand is verkrijgbaar bij DLO-Staring Centrum: Sectie Bodem, Bos, Natuur.

4 Resultaten

4.1 Geologische opbouw

In het bosreservaat komen in de diepere ondergrond een kleilaag voor behorende tot de Formatie van Tegelen (fig. 2). Het dekzand behoort tot de Formatie van Twente en het stuifzand behoort tot de Formatie van Kootwijk (Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; 1982). Op de geologische kaart (kaart 1) is de verbreiding weergegeven.

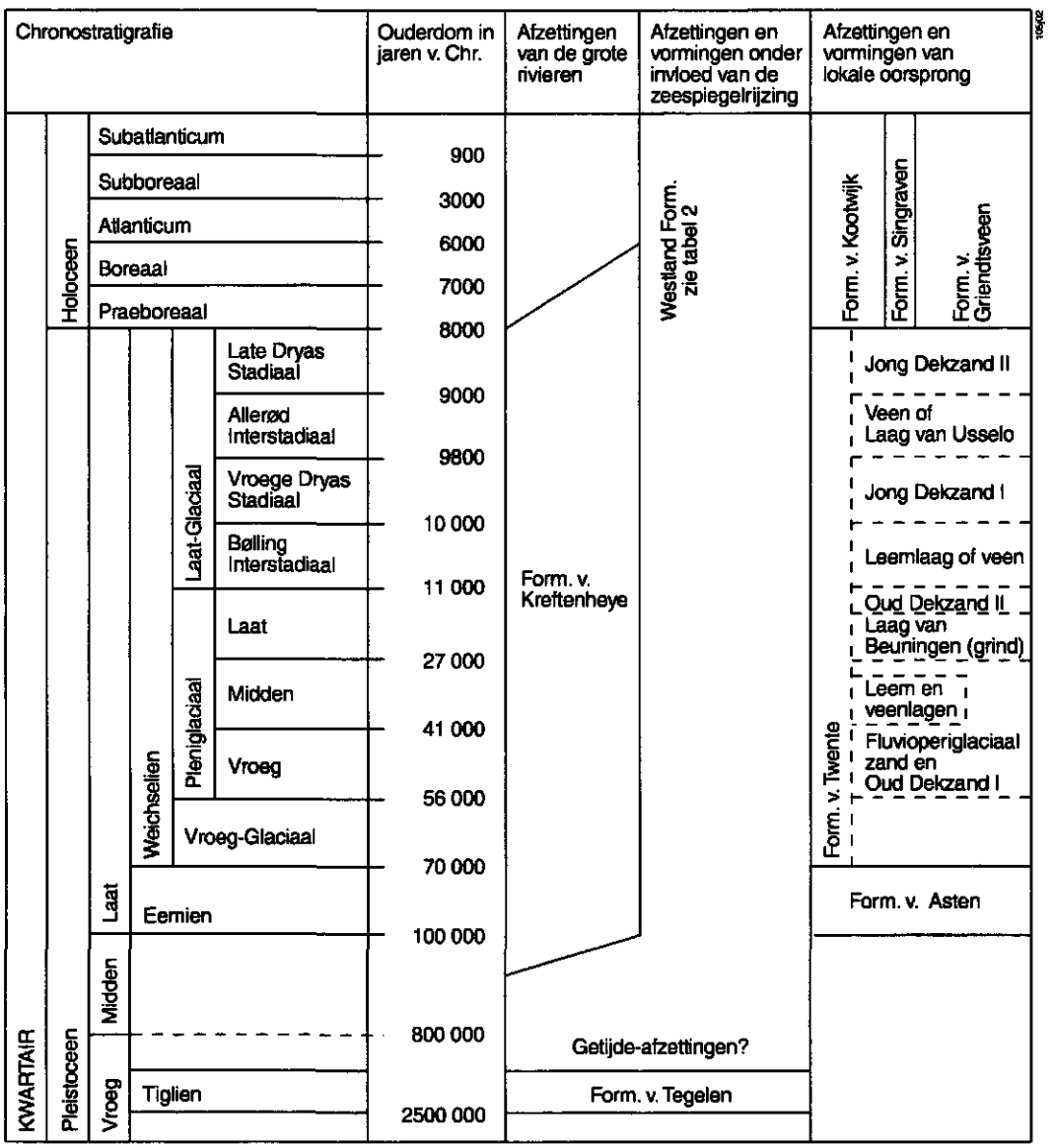


Fig. 2 Stratigrafie van de beschreven afzettingen

Formatie van Tegelen
De oudste in het bosreservaat aangetroffen afzetting is een kleilaag uit het Vroeg-Pleistoceen, het Tiglien. De laag is aangetroffen in het noordelijke deel van het bosreservaat. Het is een afzetting van de Rijn uit het Tiglien, en bestaat uit een laag zware klei van enkele meters dik, maar ook uit afwisselend zand- en kleilagen. Het partoon is grillig en gelaagd. Op de geomorfologische kaart van Nederland 1: 50 000 wordt deze afzetting benoemd als zijnde terrasafzettingswelvingen bedekt met dekzand.

Formatie van Twente
Tijdens koude fasen in het Boven-Pleniglaciaal was de begroeiing schaars en traden er op grote schaal zandverstuivingen op. Hierdoor ontstonden de zogenaamde dekzanden, eolische afzettingen met een afgeronde korrelvorm, die als een deken de aanwezige sedimenten bedekten. Het dekzand in Mattemburgh bestaat voor een groot deel uit lemig oud dekzand en voor een deel uit Laat-glaciaal jong dekzand. De geologische kaart geeft aan dat hier zeer en matig fijn dekzand voorkomt dikker dan 2,00 m. Oud dekzand is opgebouwd uit een afwisseling van horizontale laagjes lemig en niet lemig fijn zand en de ligging is vrij vlak. Jong dekzand is vaak duidelijk grover, de gelaagdheid ontbreekt en de ligging is in de vorm van ruggen.

Formatie van Kootwijk
Na het Laat-Weichselein trad een blijvende klimaatsverbetering op en begon het Holoceen. Nadat de verstuivingen uit het Preboreaal en het Boreaal vastgelegd waren door begroeiing kon overal bodemvorming optreden. Onder invloed van de mens traden vanaf de vroege Middeleeuwen weer zandverstuivingen op. Door ontbossing, strooiselroof, afplaggen en overmatige beweiding verdween de vegetatie. Daar kon de verstuiving vrij algemeen plaatsvinden, vooral op de droge gronden waar jong dekzand aan de oppervlakte lag. De verstuiving ging door tot aan het begin van de bebossing. Plaatselijk werd het zand diep wegeblazen en ontstonden uitgestoven laagtes. Elders, waar nog vegetatie aanwezig was, werd het verstuivende zand weer opgevangen en ontstonden hoge opgestoven heuvels. Kenmerkend voor het stuifzand is de afwisselende gelaagdheid door verschillen in humusgehalten. Dunne uiterst humusarme bandjes worden afgewisseld door matig humusarme en matig humeuze bandjes. De snelheid waarmee de verstuiving plaatsvond en de daarmee samenhangende vegetatieontwikkeling, bepaalt de hoeveelheid organische stof in het stuifzandpakket.

4.2 Bodemgesteldheid

De interpretatie van de resultaten van het onderzoek is ruimtelijk weergegeven op de geologische kaart (kaart 1) en de bodem- en grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 5000 (kaart 2). Een verklaring of definiëring van de gebruikte terminologie is te vinden in aanhangsel 1, de woordenlijst.

4.2.1 Het humusprofiel

Het ectorganische deel van het humusprofiel bestaat uit een OL-, OF- en OH-horizont. De OF-horizont bevat hoofdzakelijk dierlijke uitwerpselen of droppings (OFa), een aanwijzing van afbraak door microfauna, maar er zijn ook schimmels in aangetroffen (OFaq). In bosreservaat Mattemburgh is de gemiddelde dikte van de ectorganische horizont 910 cm. Het ectorganische deel van het humusprofiel bestaat uit een OL-, OF- en OH-horizont. De OF-horizont bevat hoofdzakelijk dierlijke uitwerpselen of droppings (OFa), een aanwijzing van afbraak door microfauna, maar er zijn ook schimmels in aangetroffen (OFaq). Tabel 1 geeft de gemiddelde dikte weer van de ectorganische horizonten van alle steekproefpunten.

Tabel 1 Gemiddelde dikte (in cm) ectorganische horizont in Bosreservaat Mattemburgh

Bosreservaat	OL	OF	OH	Totaal
Mattemburgh	(n=35)	(n=48)	(n=43)	(n=48)
	1,4	5,0	3,9	10,0

4.2.2 Zandgronden

De bodem van bosreservaat Mattemburgh bestaat geheel uit zandgronden die behoren tot de oude en jonge dekzanden uit de Formatie van Twente en de stuifzanden uit de Formatie van Kootwijk. Er komen podzolgronden en vaaggronden in voor.

Zandgronden zijn minerale gronden (zonder moerige bovengrond of moerige tussenlaag) waarvan het niet-moerige deel tussen 0 en 80 cm - mv. voor meer dan de helft van die dikte uit zand bestaat. Binnen de zandgronden in bosreservaat Mattemburgh zijn naar de aard van de bodemvorming humuspodzolgronden en vaaggronden onderscheiden. Tot de humuspodzolgronden behoren de haarpodzolgronden en de veldpodzolgronden. De vaaggronden zijn naar het al of niet voorkomen van hydromorfe kenmerken onderverdeeld in vlakvaaggronden en duinvaaggronden.

4.2.2.1 Humuspodzolgronden [H]

Podzolgronden hebben een inspoelingslaag (B-horizont), waarin organische stof samen met ijzer- en aluminiumverbindingen is opgehoopt. Naar de aard van de humus in de duidelijke podzol-B-horizont zijn alleen humuspodzolgronden onderscheiden. Gronden zonder hydromorfe kenmerken en ijzerhuidjes direct onder de B-horizont worden haarpodzolgronden genoemd. Gronden met hydromorfe kenmerken worden veldpodzolgronden genoemd.

Hd42 Haarpodzolgrond in leemarm en zwak lemig [2] zeer en matig fijn zand [4]

Haarpodzolgronden komen voor in een smalle strook tussen de veldpodzolgronden en de vaaggronden en in enkele hoge dekzandkoppen in het uiterste zuidwesten en noordwesten van het bosreservaat. Van twee steekproefpunten zijn profielbeschrijvingen gemaakt (G12 en H13).

In het leemarme en zwak lemige, zeer en matig fijne dekzand komt een uitspoelingshorizont (Eu-horizont) voor ter dikte van 15-25 cm. Daaronder bevindt zich een inspoelingshorizont (Bh-horizont) met een dikte van 45-55 cm. Uitspoelingshorizonten en inspoelingshorizonten wisselen elkaar af, waardoor er plaatselijk dubbelprofielen zijn ontstaan. Op het dekzand komt plaatselijk een dun stuifzanddek voor (toevoeging s...). Tussen 130 en 150 cm - mv. gaat het leemarme- en zwak lemige dekzand over in sterk lemig zeer fijn dekzand.

Het bij steekproefpunt G12 beschreven humusprofiel bestaat uit een OF-horizont met een dikte van 6 cm en een OHr-horizont van 5 cm dik. Het humusprofiel bij SPP H13 is verstoord. De gronden komen voor met grondwatertrap VIIId.

Hn42 Veldpodzolgrond in leemarm en zwak lemig [2] zeer en matig fijn zand [4]

Veldpodzolgronden in leemarm en zwak lemig zeer fijn zand komen voor in het noordelijke deel van het bosreservaat. Het terrein heeft een ongelijke ligging met ruggetjes en dellen. Van 14 steekproefpunten zijn profielbeschrijvingen gemaakt:

Het humusprofiel bestaat uit een 8-16 cm dikke ectorganische laag met daarin een OLv-, een OF1-, een OF2-, en OH-horizont. Het voorkomen van een ectorganische horizont duidt op slechte afbraakcondities, waarbij sprake is van infiltatie van regenwater onder zure omstandigheden. Het endorganische deel van het humusprofiel bestaat uit dekzand en deels uit stuifzand. Hierin komt veel loodzand voor. Deze 8-40 cm dikke horizont wordt aangeduidt met de codes AE, Aem, Cem of Eu, afhankelijk van het gehalte aan organische stof. Het leemgehalte van de zandbovengrond bedraagt 8-15%. De zandgrofheid is 140-160 µm. Het organische-stofgehalte van de AE-horizont varieert van 2-5%. Bij een aantal steekproefpunten komt op het dekzand een dun stuifzanddek (<40 cm dik) voor met daarin minder dan 1% organische stof. In het stuifzand heeft zich een micropodzol ontwikkeld. Direct onder de AE-horizont komt een Bhe-horizont voor. De dikte van deze humuspodzol-B horizont varieert van 20-50 cm. Daaronder komt op de overgang naar de Ce-horizont een BC-horizont voor variërend van 5-50 cm.

De ondergrond bestaat uit diverse lagen sterk lemig oud dekzand uit de Formatie van Twente en/of uit een kleilaag behorende tot de Afzetting van Tegelen. De begindiepte varieert van 50-190 cm. In de gelaagde ondergrond komen roestvlekken voor (Cg-horizont). Bij een aantal steekproefpunten begint de gereduceerde ondergrond binnen 200 cm - mv. (Cr-horizont).

De grondwatertrappen zijn Vbo, Vbd, VIo en VId en VIId. De gronden zijn onverwerkt. In de lagere delen komen ondiepe greppels voor. Een aantal steekproefpunten liggen in of vlak langs een greppeltje.

4.2.2.2 Vaaggronden; stuifzandgronden [Z]

Zandgronden waarvan de horizonten zwak of vaag ontwikkeld zijn, voldoen niet aan de maatstaven die gelden voor podzolgronden of eerdgronden en worden tot de vaaggronden gerekend. Komen de vaaggronden alleen in de stuifzandgebieden voor, dan duiden we ze ook wel met de naam "stuifzandgronden" aan. Afhankelijk van het al of niet voorkomen van hydromorfe kenmerken binnen 80 cm - mv. komen duinvaaggronden [Z] en vlakvaaggronden [Zn] voor. Naar de textuur bestaan de duinvaaggronden uit zeer en matig fijn [4], leemarm [1] zand en de vlakvaaggronden uit zwak lemig [3] en sterk lemig [5] zand. In een groot deel van de duin- en vlakvaaggronden heeft zich een micropodzolprofiel ontwikkeld.

In het bosreservaat zijn de stuifzandgronden onderverdeeld naar de aard van de ondergrond en naar het organische-stofgehalte van het stuifzanddek.

Naar de aard van de ondergrond zijn drie groepen onderscheiden:
- vaaggronden in stuifzand op zand met podzolprofiel [...p] (overstoven);
- vaaggronden in stuifzand op zand zonder podzolprofiel [...z] (opgestoven op afgestoven);
- vaaggronden in zand zonder podzolprofiel [afgestoven].

Naar het organische-stofgehalte zijn twee groepen onderscheiden:
- b-stuifzand, bestaande uit zeer en matig humusarm zand.
- c-stuifzand, matig humusarm en matig humeus zand

bZ41 Vaaggronden, opgestoven of overstoven, zeer en matig humusarm [b], zeer en matig fijn [4], leemarm [1] zand

Stuifzandgronden dikker dan 180 cm komen voor in het oostelijke deel van het bosreservaat. Door het ontbreken van steekproefpunten zijn geen profielbeschrijvingen gemaakt.

bZ41p Vaaggronden, overstoven, in zeer en matig humusarm [b], leemarm [1], zeer en matig fijn [4] zand op zand met podzolprofiel [p]

cZ41p Vaaggronden, overstoven, in matig humusarm en matig humeus[c], leemarm [1], zeer en matig fijn [4] zand op zand met podzolprofiel [p]

cZ41v Vaaggronden, overstoven, in matig humusarm en matig humeus[c], leemarm [1], zeer en matig fijn [4] op veen [v]

Vaaggronden bestaande uit een stuifzanddek op dekzand waarin een podzolprofiel voorkomt, komen in het hele bosreservaat voor met uitzondering van het noordelijke deel. Van 14 steekproefpunten is een profielbeschrijving gemaakt. De dikte van het stuifzanddek varieert van 50-160 cm. Het stuifzanddek is gelaagd met humeuze bandjes, waarin het humusgehalte varieert van 0,3-2,5%. In de bovenste 40-50 cm komt een duidelijk micropodzolprofiel voor. De zandgrofheid varieert van 140 µm tot 155 µm. Het leemgehalte bedraagt 6-8%. De ondergrond bestaat uit dekzand met daarin een humuspodzolprofiel.

In het zuiden van het bosreservaat komt een laagte voor, bestaande uit een dichtgestoven ven. Onder het matig humusarme en matig humeuze stuifzanddek komt een veenlaag voor. Door het ontbreken van een steekproefpunt is hiervan geen profielbeschrijving gemaakt. Op de overgang van het stuifzand naar het dekzand komt in het stuifzand stagnatieroest voor. Deze roest duidt op tijdelijke stagnatie in de neergaande waterbeweging. Deze stagnatie zal gezien de onttrekking van grondwater door het bos en de vermoedelijk permanente grondwaterstandsdaling vrijwel niet meer optreden. Het humusprofiel bestaat uit OL-, OF- en OH-horizont, waarbij de totale dikte varieert van 5-16 cm. Er komen als gevolg van verstoring zandlaagjes in voor of er is zand bijgemengd. De OH-horizont is enigszins ingedroogd en korrelig, en heeft een losse structuur.

De gronden komen voor met grondwatertrap VId, VIId, VIIId. Door het sterke reliëf binnen deze gronden zijn de grondwatertrappen VIId en VIIId in het grote centale deel van het bosreservaat in de vorm van een associatie op de kaart gezet.

bZ41z Vaaggronden, opgestoven op afgestoven, in zeer en matig humusarm [b], leemarm [1], zeer en matig fijn [4] zand

cZ41z Vaaggronden, opgestoven op afgestoven, in matig humusarm en matig humeus [c], leemarm [1], zeer en matig fijn [4] zand

Vaaggronden bestaande uit een stuifzanddek op zand zonder een podzolprofiel komen verspreid door het bosreservaat voor. Van 9 steekproefpunten is een profielbeschrijving gemaakt. De dikte van het stuifzanddek varieert van 40-130 cm. Het stuifzanddek is gelaagd met humeuze bandjes, waarin het humusgehalte van het stuifzandek bij bodemeenheid bZ41z van 0,75-2,5% en bij bodemeenheid van cZ41z >2,5% bedraagt. Het humusprofiel bestaat uit een ectorganische horizont met daarin een OL-, een OF- en een OH-horizont. De totale dikte varieert van 7-15 cm. Er komen plaatselijk minerale horizonten in voor. In de bovenste 10-40 cm komt een micropodzolprofiel voor. De zandgrofheid van het stuifzand varieert van 140-155 µm. Het leemgehalte bedraagt 6-8%. De ondergrond bestaat uit afgestoven dekzand zonder podzolprofiel. Het dekzand bestaat uit zeer en matig fijn, zwak en sterk lemig zand. Er komen roestvlekken in voor en plaatselijk bevat het dekzand veel ijzer (Cgc-horizont). De gronden komen voor met grondwatertrap IIIa, VId, VIId en VIIId. Het voorkomen van een ondiepe begreppeling in de lagere delen duidt erop dat het bosreservaat tijdens de aanleg beduidend natter moet zijn geweest.

Zn43 Vaaggronden, afgestoven, in zwak lemig [3] zeer en matig fijn[4] zand

Zn45 Vaaggronden, afgestoven, in sterk lemig [5] zeer en matig fijn[4] zand

Afgestoven vaaggronden komen voor in vier kleine laaggelegen delen van het bosreservaat. Er is van één steekproefpunt (J12) een profielbeschrijving gemaakt. De laag 0-35 cm bestaat uit stuifzand met daarin een micropodzol. Daaronder komt afgestoven dekzand voor met een zandgrofheid van 135 µm en een leemgehalte van 14-25%. De ondergrond bevat veel ijzer. Van een aantal op de bodemkaart weergegeven vlakken is geen profielbeschrijving gemaakt. Er komen klei- en leemlagen in voor. De gronden hebben grondwatertrap Vbo en VIId.

4.2.3 Moerige gronden; moerpodzolgronden [vWp]

Moerige groonden zijn minerale gronden met een moerige bovengrond of een moerige tussenlaag. Door het voorkomen van een duidelijke humuspodzol-B-horizont worden ze moerpodzolgronden genoemd.

vWp Moerpodzolgrond, moerige podzolgrond zonder eerdlaag met in de ondergrond een duidelijke humuspodzol-B

Moerpodzolgronden komen voor in het zuidelijke deel van het bosreservaat rond het Bloempjesven en plaatselijk ten zuiden van steekproefpunt N05. Een deel van de daar voorkomende moerige gronden heeft een dun stuifzanddek. Door het ontbreken van steekproefpunten is van de moerpodzolgronden geen profielbeschrijving gemaakt.

4.3 Toevoegingen

s... stuifzanddek dunner dan 40 cm

Op de overgang van het stuifzandgebied met daarin vaaggronden en het dekzand met daarin haarpodzolgronden en veldpodzolgronden komt op het dekzand een dun (<40 cm) stuifzanddekje voor. Hierin heeft zich een micropodzolprofiel ontwikkkeld. De zandgrofheid bedraagt ca. 160 µm en het leemgehalte varieert van 6-14%. Het stuifzand bevat 1-2% organische stof.

....x klei- en leemlagen in de ondergrond

In het noordelijke deel van het bosreservaat komen in de ondergrond van de veldpodzolgronden afwisselend kleilagen en gelaagde zand- en leemlagen voor. Dit is ook het geval in enkele kleine uitgestoven laagten en afgegraven delen. De begindiepte van de kleilaag varieert van 30-190 cm. De grondwatertrappen zijn Vbo, VIo, VId , waarbij stagnatie van het grondwater voorkomt op de kleilaag..

|
\\/ afgegraven

Ten noorden en noordwesten van het bosreservaat is in het verleden klei gewonnen. Deze afgravingen zijn te herkennen aan de lage landschappelijke ligging en steilwandjes. In een klein gedeelte van het bosreservaat zijn deze afgravingen met een toevoeging op de kaart weergegeven.

5 Conclusies

De profielbeschrijvingen zijn de eigenlijke resultaten van het onderzoek. De interpretatie van de profielbeschrijvingen bepaalt, samen met visuele veldkenmerken als topografie, hoogteligging en vegetatie, de ligging en de verbreiding van de bodemeenheden op de bodem- en grondwatertrappenkaart (kaart 2). Deze kaart wordt beschouwd als de conclusie van het onderzoek naar het voorkomen en de verbreiding van de verschillende bodemeenheden.

Er komen eolische afzettingen voor die behoren tot de dekzanden uit de Formatie van Twente en stuifzanden uit de Formatie van Kootwijk. In de ondergrond komt in het noordelijke deel een kleilaag voor behorende tot de Formatie van Tegelen. Op de bodem- en grondwatertrappenkaart van het bosreservaat Mattemburgh komen haarpodzolgronden, veldpodzolgronden, moerpodzolgronden, duinvaaggronden en vlakvaaggronden voor. De aangegeven grondwatertrappen zijn IIIa, Vbo, VIo, VId, VIId en VIIId.

Uit het humusprofielonderzoek komt naar voren dat de ectorganische horizont bestaat uit een OL-, een OFa1-, een OFa2-, en een OHr- en een OHd-horizont met een gemiddelde dikte van 10 cm.

Literatuur

Bakker, H. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus.* 2e herziene druk. Wageningen, Pudoc.

Bodemkaart, 1982. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij kaartbladen 49 Oost, Bergen op Zoom.* Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Broekmeyer, M.E.A., 1995. *Bosreservaten in Nederland.* Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. IBN-rapport nr. 133.

Broekmeyer, M.E.A en P. Hilgen, 1991. *Basisrapport bosreservaten.* Utrecht, Directie Bos- en Landschapsbouw, Utrecht. Rapport nr. 1991-03.

Cate, ten J.A.M., A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Deel D: interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik.* Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 19D.

Emmer, I.M., 1995. *Humus form and soil development during a primary succession of monoculture Pinus sylvestris forests on poor sandy substrates.* The Netherlands Centre of Geo-Ecological Research (ICG); University of Amsterdam.

Geomorfologische kaart, 1984. *Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; kaartblad 49, Bergen op Zoom.* Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Green, R.N, R.L. Trowbridge en K. Klinka, 1993. *Towards a taxonomic classification of humus forms.* Forest Science Monograph 29. A publication of the Society of American Foresters. Washington..

Heesen, H.C. van, 1971. 'De weergave van het grondwaterstandsverloop op de bodemkaart'. Stiboka. *Boor en Spade* 17: 127-149.

Heesen, H.C. van en G.J.W. Westerveld, 1966. 'Karakterisering van het grondwaterstandsverloop op de bodemkaart'. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 3 (3): 116-123.

Klinka, K., R.N. Green, R.L. Trowbridge en L.E. Lowe, 1981. *Taxonomic classification of humus forms in ecosystems of British Columbia.* First Approximation. Editor: Province of British Columbia, Ministry of Forest. 54 p.

Sluis, P. van der en H.C. van Heesen, 1989. 'Veranderingen in de berekening van de GHG en de GLG'. *Landinrichting* 29 (1): 18-21.

Werf, S. van der, 1991. 'Bosgemeenschappen'. *Natuurbeheer in Nederland;* Deel 5. Wageningen, Pudoc.

Aanhangsel 1 Woordenlijst

Rapport, kaarten en profielbeschrijvingen bevatten termen en coderingen die wellicht enige toelichting behoeven. In deze lijst, die een alfabetische volgorde heeft, vindt u de gebruikte termen verklaard of gedefinieerd (zie De Bakker en Schelling, 1989).

A-horizont (minerale eerdlaag of endo-organische deel), onderverdeeld in:

A-horizont
Horizont ontstaan aan of nabij het bodemoppervlak door accumulatie van organische stof, anders dan door inspoeling van organische stof in oplossing of suspensie. Het betreft voornamelijk organische stof ontstaan door afbraak van wortels en organische stof, afkomstig van de litter, welke door homogenisatie in het minerale deel van het bodemprofiel terecht is gekomen. Verder onderscheid in organische horizonten is gebaseerd op de mate waarin organische stof is geaccumuleerd.

Ah-horizont
A-horizont met een relatief sterke accumulatie, blijkend uit de donkere kleur ten opzichte van de diepere horizonten en de duidelijke aanwezigheid van organische stof. Vaak is de Ah-horizont op te delen in een tweetal horizonten, duidelijk verschillend in kleur en organische-stofgehalte, waarbij de aanduiding Ah1 en Ah2 wordt gebruikt.

Ae-horizont
A-horizont met geringe accumulatie van organische stof en een bleke kleur, bepaald door de kleur van de minerale delen (meestal zand), als gevolg van uitspoeling van ijzer (zoals in podzolen).

BC-horizont:
Zeer geleidelijke overgang van een Bh- naar een C-horizont; typerend voor vele hydropodzolgronden.

Bewortelbare diepte:
Bodemkundige maat voor de diepte waarop de plantenwortels kunnen doordringen in de grond. Limiterend zijn: de pH, aëratie en de indringingsweerstand (Ten Cate et al., 1995).

Bewortelingsdiepte:
Diepte waarop een één of tweejarig volgroeid gewas nog juist voldoende wortels in een 10% droog jaar kan laten doordringen om het aanwezige vocht aan de grond te onttrekken. Ook wel 'effectieve bewortelingsdiepte' genoemd (Ten Cate et al., 1995)

Bh-horizont:
Bovenste deel van een B-horizont, dat zeer sterk met humus verrijkt is.

Bhs-horizont:
Inspoelingshorizont; een horizont waaraan door inspoeling uit een hoger liggende horizont stoffen (humus, humus + sesquioxyden, lutum of lutum + sesquioxyden) zijn toegevoegd.

Bodemprofiel (kortweg profiel):
Verticale doorsnede van de bodem die de opeenvolging van de horizonten laat zien; in de praktijk van DLO-Staring Centrum meestal tot 120, 150 en in bosreservaten tot 200 cm beneden maaiveld.

Bodemvorming:
Verandering van moedermateriaal onder invloed van uitwendige factoren, waarbij horizonten ontstaan.

Bovengrond:
Bovenste horizont van het bodemprofiel, die meestal een relatief hoog gehalte aan organische stof bevat. Komt bodemkundig in het algemeen overeen met de A-horizont, landbouwkundig met de bouwvoor. In bosreservaten met een grotere boordiepte wordt de eerste 40 cm van het profiel tot de bovengrond gerekend.

C-horizont:
Minerale of moerige horizont die weinig of niet is veranderd door bodemvorming. Doorgaans zijn de bovenliggende horizonten uit soortgelijk materiaal ontstaan.

Cbm- of Abm-horizont:
Micropodzol-B-horizont.

Ce-horizont:
Minerale horizont zonder ijzerhuidjes, roestvlekken en kenmerken van volledige reductie.

Cem- of Aem-horizont:
Micropodzol-E-horizont.

Cg-horizont:
Minerale horizont met roestvlekken.

Chm- of Ahm-horizont:
Micropodzol-A-horizont.

2C-horizont:
Minerale of moerige horizont die weinig of niet veranderd is door bodemvorming en waarbij de bovenliggende horizonten uit ander materiaal zijn ontstaan.

Duidelijke humuspodzol-B-horizont:
Duidelijke podzol-B-horizont, waarin beneden 20 cm diepte een Bh-horizont voorkomt, of waarvan de bovenste 5-10 cm (of meer) amorfe humus bevat, die als disperse humus is verplaatst.

Duidelijke podzol B-horizont:
Horizont met een podzol-B die krachtig ontwikkeld is, d.w.z. dat:
- een bijna zwarte laag voorkomt van ten minste 3 cm dikte (Bh), of:
- de Bh voldoende kleurcontrast heeft met de C-horizont. Naarmate de Bh-horizont dikker is, mag het kleurcontrast minder zijn, of:
- een duidelijk te herkennen B-horizont tot dieper dan 120 cm - mv. doorgaat, of:
- een vergraven grond brokken B-materiaal bevat, waarvan de kleur goed contrasteert met die van de C-horizont.

Dunne A-horizont:
Niet-vergraven A-horizont die dunner is dan 30 cm, of een vergraven bovengrond ongeacht de dikte.

E-horizont:
Uitspoelingshorizont; minerale horizont die lichter van kleur en meestal ook lager in lutum- of humusgehalte is dan de boven- en/of onderliggende horizont. Verarmd door verticale (soms laterale) uitspoeling.

Eolisch:
Door de wind gevormd, afgezet.

e-horizont: aanduiding bij:
- B- en C-horizonten met kenmerken van ontijzering. Wordt gebruikt bij niet voledig gereduceerde B- en C-horizonten in zand als deze geen ijzerhuidjes en geen roestvlekken bevatten.
- Bh-horizonten, als de BC- of C-horizont onder de Bh-horizont ook de lettertoevoeging e heeft (bij hydropodzolgronden);
- het bovenste deel van de Bh-horizont, wanneer in het onderste deel een sterke concentratie van ingespoeld ijzer zichtbaar is (bij haarpodzolgronden);
- moedermateriaal dat van nature ijzerarm is, waarin geen ontijzering heeft plaatsgevonden.

Fluctuatie:
Zie grondwaterstandsfluctuatie.

GHG (gemiddeld hoogste wintergrondwaterstand):
Het gemiddelde van de HG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij de top van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

...g-horizont:
Horizont met roestvlekken (g = gley).

GLG (gemiddeld laagste zomergrondwaterstand):
Het gemiddelde van de LG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij het dal van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

Grind, grindfractie:
Minerale delen groter dan 2 mm.

Grondwater:
Water dat zich beneden de grondwaterspiegel bevindt en alle holten en poriën in de grond vult.

Grondwaterspiegel (= freatisch vlak):
Denkbeeldig vlak waarop de druk in het grondwater gelijk is aan de atmosferische druk, en waar beneden de druk in het grondwater neerwaarts toeneemt. De 'bovenkant' van het grondwater.

Grondwaterstand (= freatisch niveau):
Diepte waarop zich de grondwaterspiegel bevindt, uitgedrukt in m of cm beneden maaiveld (mv.) (of een ander vergelijkingsvlak, bijv. NAP).

Grondwaterstandscurve:
Grafische voorstelling van grondwaterstanden die op geregelde tijden op een bepaald punt zijn gemeten.

Grondwaterstandsfluctuatie:
Het stijgen en dalen van de grondwaterstand. Soms in kwantitatieve zin gebruikt: het verschil tussen GLG en GHG.

Grondwaterstandsverloop:
Verandering van de grondwaterstand in de tijd.

Grondwatertrap (Gt):
Klasse gedefinieerd door een zeker GHG- en/of GLG-traject.

Grondwaterverschijnselen:
Zie: hydromorfe verschijnselen.

HG3:
Het gemiddelde van de hoogste drie grondwaterstanden die in een winterperiode (1 oktober - 1 april) zijn gemeten. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3 m lengte.

Horizont:
Laag in de grond met kenmerken en eigenschappen die verschillen van de erboven en/of eronder liggende lagen. In het algemeen ligt een horizont min of meer evenwijdig aan het maaiveld.

Humus, humusgehalte, humusklasse:
Kortheidshalve krijgt het woord humus vaak de voorkeur, terwijl organische stof (een ruimer begrip) wordt bedoeld. Zie ook: organische stof en organische-stofklasse.

Hydromorfe kenmerken:

- Voor de podzolgronden: (a) een moerige bovengrond of: (b) een moerige tussenlaag en/of: (c) geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onmiddellijk onder de B2.
- Voor de eerdgronden en de vaaggronden: (a) een Cr-horizont binnen 80 cm diepte beginnend en/of: (b) een niet-gerijpte ondergrond en/of: (c) een moerige bovengrond en/of: (d) een moerige laag binnen 80 cm diepte beginnend; (e) bij zandgronden met een A dunner dan 50 cm: geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onder de A-horizont; (f) bij kleigronden met een A dunner dan 50 cm: roest- of reductievlekken beginnend binnen 50 cm diepte.

Hydromorfe verschijnselen:

Door periodieke verzadiging van de grond met water veroorzaakte verschijnselen. In het profiel waarneembaar in de vorm van blekings- en gleyverschijnselen, roest- en 'reductie'-vlekken en een totaal 'gereduceerde' zone. In ijzerhoudende gronden meestal gley of gleyverschijnselen genoemd.

Kalkloos, kalkarm, kalkrijk:

Bij het veldbodemkundig onderzoek wordt het koolzure kalkgehalte van grond geschat aan de mate van opbruisen met verdund zoutzuur (10% HCl). Er zijn drie kalkklassen:

1 kalkloos materiaal; geen opbruising; overeenkomend met minder dan ca. 0,5% $CaCO_3$, analytisch bepaald, d.w.z. de geanalyseerde hoeveelheid CO_2, omgerekend in procenten $CaCO_3$ (op de grond);
2 kalkarm materiaal: hoorbare opbruising; overeenkomend met 0,5-2% $CaCO_3$;
3 kalkrijk materiaal: zichtbare opbruising; overeenkomend met meer dan 1% $CaCO_3$.

Kalkverloop:

Het verloop van het kalkgehalte in het bodemprofiel (fig. 3)

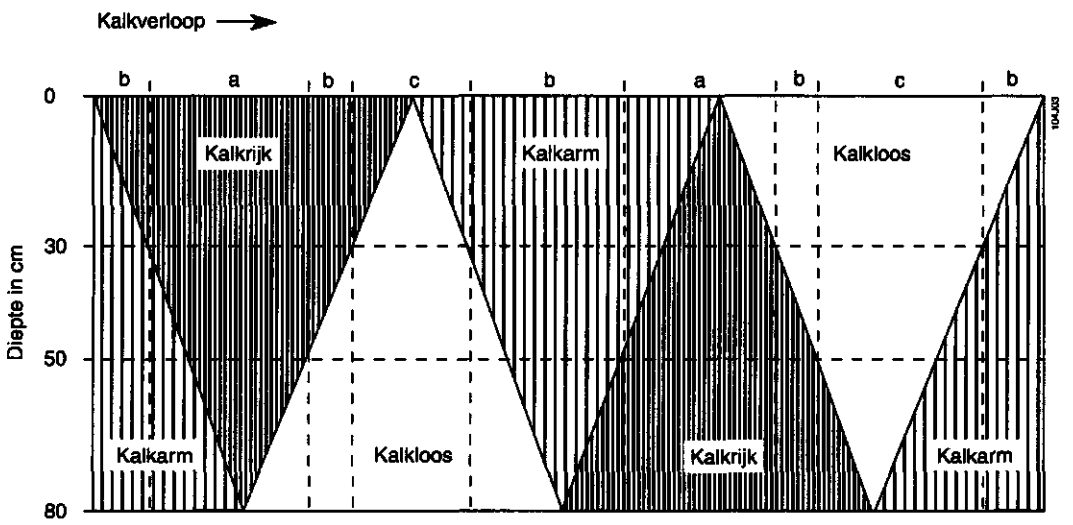


Fig. 3 Schematische voorstelling van de kalkverlopen in verband met het verloop van het koolzure kalkgehalte

Klei:
Mineraal materiaal dat ten minste 8% lutum bevat. Zie ook: textuurklasse.

LG3:
Het gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden die in een zomerperiode (1 april - 1 oktober) zijn gemeten. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3 m lengte.

Leem:
- Mineraal materiaal dat ten minste 50% leemfractie bevat;
- kortweg gebruikt voor leemfractie.

Leemfractie:
Minerale delen kleiner dan 50 µm. Wordt in de praktijk vrijwel uitsluitend gebezigd bij lutumarm materiaal. Zie ook: textuurklasse.

Lutum:
Kortweg gebruikt voor lutumfractie.

Lutumfractie:
Minerale delen kleiner dan 2 µm. Zie ook: textuurklasse.

Mineraal:
Grond met een organische-stofgehalte van minder dan 15% (bij 0% lutum). Zie: organische-stofklasse.

Minerale delen:
Het bij 105 °C gedroogde, over de 2 mm zeef gezeefde deel van een monster na aftrek van de organische stof en de koolzure kalk. Deze term is eigenlijk minder juist, want de koolzure kalk, hoewel vaak van organische oorsprong, behoort tot het minerale deel van het monster.

Minerale eerdlaag:
- A-horizont van ten minste 15 cm dikte, die uit mineraal materiaal bestaat dat (a) humusrijk is of (b) matig humusarm of humeus, maar dan tevens aan bepaalde kleureisen voldoet;
- dikke A-horizont van mineraal materiaal. Voor 'humusrijk', 'matig humusarm' en 'humeus' zie: organische-stofklasse.

Minerale gronden:
Gronden die tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit mineraal materiaal bestaan.

Moerig materiaal:
Grond met een organische-stofgehalte van meer dan 15% (bij 0% lutum) tot 30% (bij 70% lutum). Zie: organische-stofklasse.

M50 (eigenlijk M50-2000):
Mediaan van de zandfractie. Het getal dat die korrelgrootte aangeeft waarboven en waar beneden de helft van de massa van de zandfractie ligt. Zie ook: textuurklasse.

O-Horizont (strooisellaag of ecto-organische deel) onderverdeeld in:

OL (litter): litterhorizont
Een horizont die bestaat uit relatief verse, dode plantendelen. Deze horizont kan verkleurd zijn, maar bevat geen of vrijwel geen uitwerpselen van bodemfauna en geen wortels, en is niet of slechts in lichte mate gefragmenteerd. Verder onderscheid, indien mogelijk, tussen:
- OLo (original): L-horizont, waarbij de plantendelen nog een losse stapeling vertonen en niet of nauwelijks verkleurd zijn.
- OLv (variative): L-horizont, waarbij de plantendelen enigszins gefragmenteerd zijn en sterk verkleurd.

OF (fermented): fermentatiehorizont
Een horizont bestaande uit meer of minder afgebroken litter, waarbij echter macroscopisch herkenbare resten van plantenweefsels domineren. Fijn verdeelde organische stof, bestaande uit bodemfauna-excrementen, is vrijwel altijd aanwezig, maar is qua hoeveelheid ondergeschikt aan de macroscopisch herkenbare resten. De horizont is veelal doorworteld en bevat eventueel schimmels. Verder onderscheid, indien mogelijk, tussen:
- OFq-horizont: Een F-horizont, waarin weinig of geen excrementen voorkomen, maar die gekenmerkt wordt door een sterk gelaagde, compacte structuur en het voorkomen van grote hoeveelheden schimmels.
- OFa (animal)-horizont: Een F-horizont, waarin de afbraak vooral door bodemfauna wordt veroorzaakt, blijkend uit het voorkomen van veel bodemfauna-excrementen en een losse structuur. Schimmels zijn geheel afwezig of schaars.
- OFaq-horizont: Een F-horizont, intermediair tussen Fa en Fq, blijkend uit het voorkomen van zowel excrementen als schimmels. Veelal neemt de hoeveelheid uitwerpselen met de diepte toe.

OH (humus) = humushorizont
Een horizont die dominant bestaat uit fijn verdeelde organische stof. Macroscopisch herkenbare plantendelen kunnen aanwezig zijn, maar komen voor in ondergeschikte hoeveelheden, en de horizont kan minerale delen bevatten (echter minder dan 70 gewichts %). Verder onderscheid, indien mogelijk, tussen:
- OHr (residues)-horizont: H-horizont, waarin macroscopisch herkenbare resten van wortels, hout en schors duidelijk voorkomen. Veelal een gele, bruine of rode kleur. Relatief losse structuur en niet sterk versmerend.
- OHd (decomposed)-horizont: H-horizont, waarin macroscopisch herkenbare resten vrijwel of geheel ontbreken. Veelal donker grijsbruin tot zwart gekleurd en met een massieve structuur. Deze horizont is, indien vochtig, veelal sterk versmerend.

OO (organic) = organische, niet-terrestrische horizont
Een horizont, die bestaat uit organisch materiaal, geaccumuleerd als gevolg van een, door zeer slechte drainage veroorzaakte, geremde afbraak van litter.

Ondergrond:
Horizont(en) onder de bovengrond.

Organische stof:
Al het levende en dode materiaal in de grond dat van organische herkomst is. Hoofdzakelijk van plantaardige oorsprong en variërend van levend materiaal (wortels) tot plantenresten in allerlei stadia van afbraak en omzetting. Het min of meer volledig omgezette product is humus.

Organische-stofklasse:
Berust op een indeling naar de massafracties organische stof en lutum, beide uitgedrukt in procenten van de bij 105 °C gedroogde en over de 2 mm zeef gezeefde grond. Tabel 2 en figuur 4 geven weer hoe gronden naar het organische-stofgehalte worden ingedeeld.

Tabel 2 Indeling van lutumarme gronden naar het organische-stofgehalte

Organische stof (%)	Naam	Samenvattende naam	
0 - 0,75	uiterst humusarm zand	humusarm	mineraal
0,75- 1,5	zeer humusarm zand		
1,5 - 2,5	matig humusarm zand		
2,5 - 5	matig humeus zand	humeus	
5 - 8	zeer humeus zand		
8 - 15	humusrijk zand	humusrijk	
15 - 22,5	venig zand		moerig
22,5 - 35	zandig veen		
35 - 100	veen		

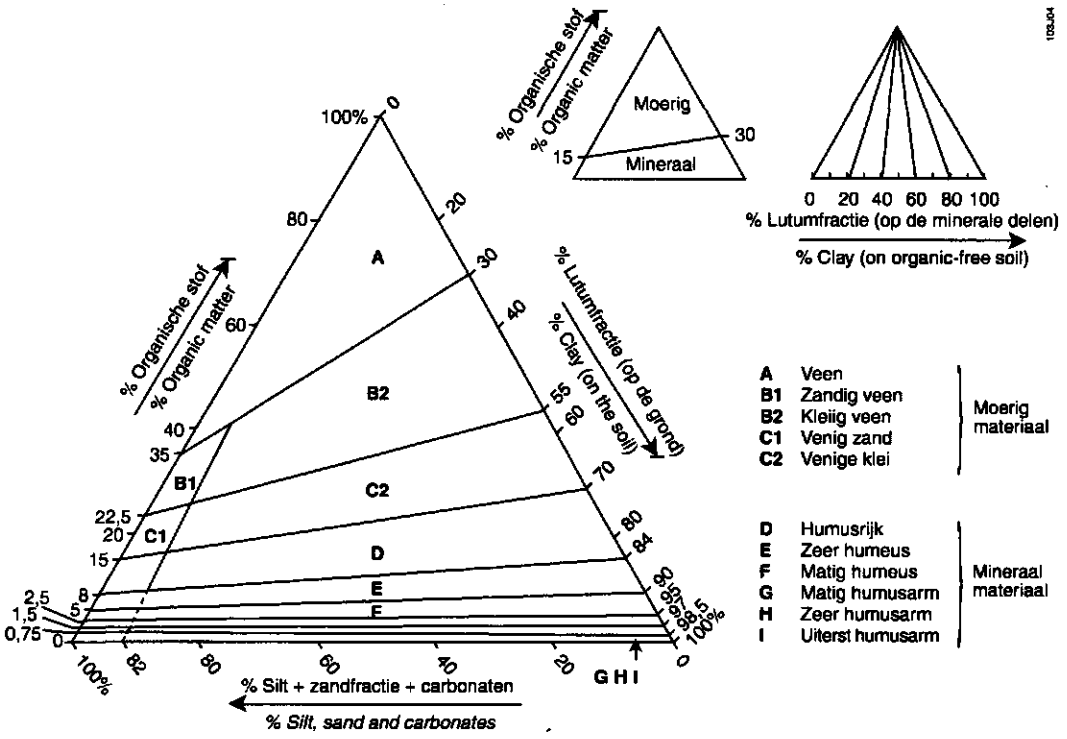


Fig. 4 Indeling en benaming naar het gehalte aan organische stof bij verschillende lutumgehalten

Podzol-B:
B-horizont in minerale gronden, waarvan het ingespoelde deel vrijwel uitsluitend uit amorfe humus, of uit amorfe humus en sesquioxiden bestaat, of uit sesquioxiden te zamen met niet-amorfe humus.

Podzolgronden:
Minerale gronden met een duidelijke podzol-B-horizont en een A dunner dan 50 cm.

Reductie-vlekken:
Door de aanwezigheid van tweewaardig ijzer neutraal grijs gekleurde, in gereduceerde toestand verkerende vlekken.

Roestvlekken:
Door de aanwezigheid van bepaalde ijzerverbindingen bruin tot rood gekleurde vlekken.

Siltfractie:
'Tussenfractie' tussen de lutum- en de zandfractie; de minerale delen zijn groter dan 2 en kleiner dan 50 µm.

Textuur:
Korrelgroottesamenstelling van de grondsoorten; zie ook: textuurklasse.

Textuurklasse:
Berust op een indeling van grondsoorten naar hun korrelgroottesamenstelling in massaprocenten van de minerale delen. Eolische afzettingen (zowel zand als zwaarder materiaal) worden naar het lutum- of leemgehalte ingedeeld, en de zandfractie naar de M50 als in de tabellen 3 en 4.

Tabel 3 Indeling eolische afzettingen naar het leemgehalte*

Leem (%)	Naam	Samenvattende naam
0 - 10	leemarm zand	zand**
10 - 17,5	zwak lemig zand	lemig zand
17,5- 32,5	sterk lemig zand	
32,5- 50	zeer sterk lemig zand	
50 - 85	zandige leem	leem
85 -100	siltige leem	

* Zowel zand als zwaarder materiaal
** Tevens minder dan 8% lutum

Tabel 4 Indeling van de zandfractie naar de M50

M50 µm	Naam	Samenvattende naam
50 - 105	uiterst fijn zand	fijn zand
105 - 150	zeer fijn zand	
150 - 210	matig fijn zand	
210 - 420	matig grof zand	grof zand
420 -2000	zeer grof zand	

Vaaggronden:
Minerale gronden zonder duidelijke podzol-B-horizont, zonder briklaag en zonder minerale eerdlaag.

Veengronden:
Gronden die tussen 0 en 80 cm - mv. voor meer dan de helft van de dikte uit moerig materiaal bestaan.

Vergraven gronden:
Gronden waarin een vergraven laag voorkomt, die tussen 0 en 40 cm diepte begint, tot grotere diepte dan 40 cm doorloopt en dikker is dan 20 cm. Aangegeven met kleine lettertoevoeging achter de hoofdhorizontcode.
p : volledig gehomogeniseerd;
pm : matig gehomogeniseerd (> 10 en < 50% herkenbare horizontfragmenten);
pz : zwak gehomogeniseerd (> 50% herkenbare horizontfragmenten).

Waterstand:
Zie: grondwaterstand.

Zand:
Mineraal materiaal dat minder dan 8% lutumfractie en minder dan 50% leemfractie bevat.

Zanddek:
Minerale bovengrond die minder dan 8% lutum- en minder dan 50% leemfractie bevat (ook na eventueel ploegen tot 20 cm) en die binnen 40 cm diepte ligt op moerig materiaal, op een podzolgrond of op een kleilaag die dikker is dan 40 cm.

Zandfractie:
Minerale delen met een korrelgrootte van 50 tot 2000 µm. Zie ook: textuurklasse.

Zandgronden:
Minerale gronden (zonder moerige bovengrond of moerige tussenlaag) waarvan het minerale deel tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit zand bestaat. Indien een dikke A1 voorkomt, moet deze gemiddeld uit zand bestaan.

Zavel:
Zie: textuurklasse.

Zonder roest:
- geen roest;
- roest dieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend;
- roest ondieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend, maar over meer dan 30 cm onderbroken.

Aanhangsel 2 Rapporten over de bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland

Groot Obbink, D.J., 1988. *Een bodemgeografisch onderzoek in het bosreservaat 'Tussen de Goren' binnen de boswachterij Chaam: resultaten van een bodemgeografisch onderzoek.* Wageningen. STIBOKA. Rapport 2018.

Maas, G.J., 1989. *Bodemgesteldheid van het bosreservaat 'Zeesserveld' 1989 boswachterij Ommen.* Wageningen, STIBOKA/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 2057.

Maas, G.J., 1989. *Bodemgesteldheid van het bosreservaat 'Meerdijk' 1989 boswachterij 'Spijk-Bremerberg' (provincie Flevoland).* Wageningen, STIBOKA/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 2058.

Maas, G.J., 1989. *Bodemgesteldheid van het bosreservaat 'Het Leesten' 1989 boswachterij 'Uchelen'.* Wageningen, STIBOKA/Bosbureau Wageningen B.V. Rapport 2059.

De delen 98.1 t/m 98.5 van 'De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland' zijn uitgegeven door het Staring Centrum samen met Bosbureau Wageningen B.V. in Oosterbeek en 98.6 t/m 98.8 door DLO-Staring Centrum met Ingenieursbureau Eelerwoude te Rijssen.

Naam reservaat	Auteur(s)	Jaar	Rapportnummer
Lheebroek	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.1
Vijlnerbos	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.2
Nieuw Milligen	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.3
Starnumansbos	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.4
Pijpebrandje	G.J. Maas en M.M. van der Werff	1990	98.5
Vechtlanden	M.M. van der Werff en P. Mekkink	1991	98.6
't Quin	M.M. van der Werff en P. Mekkink	1991	98.7
't Stang	M.M. van der Werff en P. Mekkink	1991	98.8
Schoonloërveld	P. Mekkink	1992	98.9
Riemstruinen	P. Mekkink	1992	98.10
Oosteresch	P. Mekkink	1993	98.11
Zwarte Bulten	P. Mekkink	1993	98.12
De Schone Grub	P. Mekkink	1993	98.13
Keizersdijk	P. Mekkink	1994	98.14
Dieverzand	P. Mekkink	1995	98.15
Leenderbos	P. Mekkink	1995	98.16
Galgenberg	P. Mekkink	1995	98.17
Drieduin 1, 2, 3	P. Mekkink	1995	98.18
Tongerense Hei	P. Mekkink	1996	98.19
Roodaam	P. Mekkink	1996	98.20
Het Molenven	P. Mekkink	1996	98.21
Beerenplaat	P. Mekkink	1996	98.22
Wilgenreservaat	P. Mekkink	1996	98.23

Kloosterkooi	P. Mekkink	1997	98.24
Houtribbos	P. Mekkink	1997	98.25
Hollandse Hout	P. Mekkink	1997	98.26
Kijfhoek	P. Mekkink	1997	98.27
De Geelders	P. Mekkink	1997	98.28
Pilotenbos	P. Mekkink	1998	98.29